(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4344689号
(P4344689)
(45)発行日　平成21年10月14日(2009.10.14)　(24)登録日　平成21年7月17日(2009.7.17)

(51)Int.Cl.　　F I
H02K 41/03 (2006.01)　　H02K 41/03　A
H02K 35/02 (2006.01)　　H02K 35/02

請求項の数 13　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2004-516902(P2004-516902)
(86)(22)出願日　平成15年7月1日(2003.7.1)
(65)公表番号　特表2005-532020(P2005-532020A)
(43)公表日　平成17年10月20日(2005.10.20)
(86)国際出願番号　PCT/FR2003/002034
(87)国際公開番号　WO2004/004102
(87)国際公開日　平成16年1月8日(2004.1.8)
審査請求日　平成18年6月30日(2006.6.30)
(31)優先権主張番号　02/08194
(32)優先日　平成14年7月1日(2002.7.1)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(73)特許権者　503466808
サントル　ナシオナル　ドゥ　ラ　ルシェルシュ　シアンティフィーク（セーエヌエールエス）
フランス国、エフ－７５０１６　パリ、リュ　ミシェル　アンジュ　３
(74)代理人　100080791
弁理士　高島　一
(72)発明者　ベン　アーメッド、アブデル、ハミド
フランス国、エフ－３５２００　レンヌ、プラス　ピエール　ジル　４、レジドゥンス　カナダ　パルク
(72)発明者　ミュルトゥン、ベルナール
フランス国、エフ－３５２００　レンヌ、アレー　シモーヌ　ヴェイユ　１４
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロッドを有するリニアなアクチュエータまたはジェネレータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
アクチュエータまたはジェネレータを形成する電気機器であって、電気的ソースまたは負荷に接続されるよう設計された１または数個の位相を持つ能動部分と、受動部分とを有し、前記２つの部分は、互いに対して自由に移動でき、
能動部分は、各位相のためのソレノイド巻線（１１０、２１０、３１０）を含み、このまたはこれらの巻線の内側に、強磁性または非磁性の部分（４００）と磁化された部分（５００）とのスタックを有し、
磁化された部分は、相対的な変位方向に平行な磁化方向を持ちかつ互いに対向する連続な磁化方向を持ち、
該スタックの強磁性または非磁性の部分は、能動部分に対して自由にスライドする少なくとも一つのエレメント（６００）を伝送する通路を備えており、
このまたはこれらのスライドするエレメントは、受動部分を形成し、各スライドするエレメントは、磁性ポーション（６２０）と非磁性ポーション（６３０）との交互の連続体を含んでおり、これらは、スタック中の異なる磁化または非磁化部分が交互に向き合うように配列されて、これによって各位相の巻線には交互の磁束が発生させられ、
その特徴は、スタックの強磁性または非磁性の部分中に形成された通路が、孔を形成し、該孔に対する内部断面が、スライドするエレメントを常に囲んでいることであり、かつ、スライドするエレメントがロッドであって、各ロッドは、それらが通過する孔の内部断面に対して補完する外周を有し、それによって各ロッド（６００）がその外周を通過する

強磁性または非磁性の部分（４００）と磁気的に相互作用することである、
前記電気機器。
【請求項２】
孔が円形の断面を有し、かつ、各ロッド（６００）が回転シリンダの形態であることを特徴とする請求項１記載の電気機器。
【請求項３】
各ロッドが少なくとも１つの長手方向の溝を有する請求項２記載の電気機器。
【請求項４】
位相の数がｑに等しく、各位相は、変位の方向において可動部分から距離をおいてオフセットされており、Ｎを整数とし、Ｎπ／ｑに等しい数によってそれぞれの磁束がオフセットされるようになっていることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項５】
各磁石（５００）が、対応するロッド（６００）を囲むリングによって形成されていることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項６】
各磁石が、磁化されたプレート（５００）により形成され、該プレートは変位に対して垂直であり、一連の孔を備え、対応するロッド（６００）が各孔を貫通していることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項７】
各ロッドが、中心の非磁性コアと、一連の交互の磁性および非磁性リング（６２０、６３０）とによって形成されていることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項８】
当該機械が、１または数個の、環状のおよび可能であればスリットのある、ポジショニングセンサー（８００）を有し、該センサーは１または数個の巻線を有し、該センサーは能動部分に固定され、かつ、受動部分の１または数本のロッドがそれを貫通していることを特徴とする請求項１～７のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項９】
各ポジショニングセンサー（８００）が、ロッドの周りに位置し、お互いに関し、能動および受動部分の変位の方向にオフセットされていることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項１０】
当該機械が、少なくとも一つのロッド（６００）によってかけられた力を収集するための少なくとも一つのデバイス（７１０、７２０）を有し、このロッド（６００）とこのデバイスとは、ロッドの引張り力の方向に沿って単一方向の接触を加えることによって、協働するものであり、それによって、力を収集するデバイスは、ロッド上に、いかなる圧縮の反力を生じさせることがないことを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の電気機器。
【請求項１１】
ロッド（６００）と力を収集するデバイス（７１０、７２０）との間の接触に、クリアランスがあることを特徴とする請求項１０記載の電気機器。
【請求項１２】
力を収集するデバイス（７１０、７２０）が、当該機械のメインスピンドル（７００）に固定された横切るプレートであること、および、各ロッド（６００）が該プレート（７１０、７２０）を貫通しておりかつ各ロッドが該プレート（７１０、７２０）と接触しているベアリングヘッド（６４０、６５０）を備えていることを特徴とする請求項１０または１１記載の電気機器。
【請求項１３】
単一または複数のロッド（６００）が断面を有し、該断面の周囲が、方向が突然変わる

ことのない滑らかな線を形成していることを特徴とする請求項１～１２のいずれか１項に記載の電気機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電気アクチュエータまたは電気ジェネレータに関し、とりわけ、非常に高い力密度(force density)を、換言すると小さい体積中の大きな力を、供給または受取るように設計された電気アクチュエータまたは電気ジェネレータに関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、機械駆動は、重くまたは大きいシステムになることなしに、大きなスラスト力を得るべきであるということを、しばしば要求する。
【０００３】
それは、輸送装置（航空機、列車）についての場合である。
【０００４】
例えば、振り子型列車の可変の傾きを持つ基盤は、それらの要求を満たすジャッキによって作動する。同様に、輸送装置のいずれのタイプにおいても、振動に対するアクティブな補整は、高いダイナミックパフォーマンスを有する小さいが強力なジャッキの使用を必要とする。
【０００５】
液圧式や空圧式のジャッキ、または、回転／並進型の動作変換（典型的には、ネジ－ナットのアセンブリを用いる）を必要とする回転電気アクチュエータは、普通のアクチュエータの用途に、高い力密度と共に用いられている。
【０００６】
３００Ｎの発生力／占有体積（リットル）の力密度は、典型的には、電気直動リニアアクチュエータ（回転－並進運動の変換は全く無い）によって得られるが、この力密度は、しばしば低すぎる。
【０００７】
さらに、過去に利用可能であった種々の間接的な電気アクチュエータまたはジャッキは、機械的な通過帯域の限界と制御性の限界、厳しい機械的な消耗とノイズの制約、加圧された流体供給の必要性とそのような供給に対する固有の複雑さ、そして、さらに概しては、低いグローバルエネルギー効率を含んだ、重大な不利点を有している。
【０００８】
電気アクチュエータの分野では、エアギャップの表面積、即ち、固定部と可動部との間の磁気的境界面(magnetic interfaces)を増大させることが提案されている。
【０００９】
しかし、このタイプのアクチュエータ（典型的には、グローバル巻線を有するマルチ・エアギャップと呼ばれる）では、それらの小さい断面とガイダンスの困難性（それらは特に克服が困難である）のために、可動部の機械強度が特に低いことがわかっている。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
本発明の目的は、公知技術の不利な点を解決することであって、換言すると、数個の可動エレメントを有し、特に高い力密度を有し、かつ高い機械的信頼性を有しながらも、機械的なガイダンスを容易にする、電気アクチュエータを提案することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
この目的は、本発明に従い電気機械を用いることによって達成され、該電気機器は、アクチュエータまたはジェネレータを形成する電気機器であって、電気的ソースまたは負荷に接続されるよう設計された１または数個の位相を持つ能動部分と、受動部分とを有し、

前記２つの部分は、互いに対して自由に移動でき、
能動部分は、各位相のためのソレノイド巻線を含み、このまたはこれらの巻線の内側に、強磁性または非磁性の部分と磁化された部分とのスタックを有し、磁化された部分は、相対的な変位方向に平行な磁化方向を持ちかつ互いに対向する連続な磁化方向を持ち、該スタックの強磁性または非磁性の部分は、能動部分に対して自由にスライドする少なくとも一つのエレメントを伝送する通路を備えており、
このまたはこれらのスライドするエレメントは、受動部分を形成し、各スライドするエレメントは、磁性および非磁性ポーションとの交互の連続体を含んでおり、これらは、スタック中の異なる磁化または非磁化部分が交互に向き合うように配列されて、これによって各位相の巻線には交互の磁束が発生させられ、
その特徴は、スタックの強磁性または非磁性の部分中に形成された通路が、孔を形成し、該孔に対する内部断面が、スライドするエレメントを常に囲んでいることであり、かつ、スライドするエレメントがロッドであって、各ロッドは、それらが通過する孔の内部断面に対して補完する外周を有し、それによって各ロッドがその外周を通過する強磁性または非磁性の部分と磁気的に相互作用することである。

【００１２】
本発明の他の特徴、目的および効果は、添付図面を参照し、以下の詳細な説明を読めば明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】
当該デバイスは、当然に可逆であって、負荷とソースもまた可逆に備えられる。

【００１４】
ソースが現実に電気的であり（その場合、我々は電気パワーサプライと呼ぶ）、負荷が現実に機械的（その場合、我々は駆動負荷と呼ぶ）であって、ソースと負荷との間で電気機械的な変換がある場合に、モーター型のオペレーション（働き）が生じる。ソースが現実に機械的（駆動機械的ソース）であり、負荷が現実に電気的であり電気的パワーを吸収する場合には、発電型のオペレーションが生じる。

【００１５】
次に、本デバイスは２つの部分を有し、第一の電気的巻線と永久磁石とを有する部分と、ロッドで構成された完全に受動的（passive)な部分である。それぞれの部分は、固定されているかまたは可動になっている。従って、我々は、２つの部分の間の相対的な運動のすべての可能性を限定するために、相対的なスライド動作について説明する。

【００１６】
理解をより容易にするために、我々は、電気機器がモーター（またはアクチュエータ）として作動し、可動部がロッドに対応する場合について考える。従って、記載するコメントおよび特性は、ジェネレータおよび／または固定された受動部分を持ったものとしてのオペレーションに対し、同等に有効である。

【００１７】
ここで記載する電気機器は能動部分によって構成され、該能動部分は、アーマチュア巻線と呼ばれる１または数個のパワー巻線（図３の、巻線１１０、２１０および３１０）によってパワーを与えられる。これらの巻線は、ソレノイド形態となっており、該パワーを与えられる部分と受動部分の、一つのゾーンを完全に取りまいている。

【００１８】
これらの巻線とは別に、該パワーを与えられる部分は、磁性または非磁性のプレートと、永久磁石５００とのスタック（積み重ね）を有する。

【００１９】
受動部分は、１つまたは数個の長く延びたエレメント６００から構成され、その形状については後述する。

【００２０】
従来の（特に回転磁界を有する）構造とは異なり、公知の「グローバル巻線を持つマル

チ・エアギャップ」技術を、対応する総変換エネルギーの低下を伴うことなく、変位ピッチを減らすために用いることができる。従って、これは、与えられた総体積に対して、および与えられた熱的・磁気的な条件に対して、発生した力を増大させることができる。

【００２１】

この場合の目的は、エアギャップ表面（換言すると、ロッドの能動的な外部表面積）の合計を、検討するアクチュエーターの体積に対して、最大化することにある。

【００２２】

この目的を達成するために、本実施態様は、一連のロッド（複数）を含み、各ロッドは円周面を有し、該円周面は、その全周を取り巻いている、各プレートまたは強磁性・非磁性部分と相互作用する。

【００２３】

換言すると、シート状の金属部によって伝達される磁束は、ロッドに対して、その全外周を取り巻いて印加される。

【００２４】

この形状の主な利点は、製造上の正確さおよびそれにより促進される機械的ガイダンスをそのままにしながらも、小さいエアギャップを可能にすることにある。

【００２５】

オボイド形(ovoid)セクションロッド、またはより概して言うと、磁石と接してそれ自体強磁性または非磁性のゾーンによってトータル的に取り巻かれたロッドは、また、該ロッドの断面の広さに対し、磁束の最大限の変化を有利に発生させるだろう。

【００２６】

検討する円柱形ロッド６００を全体的に取り巻いている、磁石５００および磁性・非磁性部４００を作成するために、この場合のパワーを与えられる部分は、部分的に複合アセンブリであって、該アセンブリーは、磁性または非磁性のプレートと永久磁石とのスタックと、各ロッドを取り巻く永久磁石(該ロッドの外周面を補完する形状を持つ)とによって、構成されている。

【００２７】

このスタックは、ロッドの変位に平行であり、この方向に沿って、交互に並んでいる。

【００２８】

磁性または非磁性のプレート４００の厚さと、その隣の磁石５００の厚さとの合計によって定められる距離は、ロッドの相対変位ピッチの半分に相当する。

【００２９】

より正確には、図３に示されるように、パワーを与えられる部分は、３つの等しい位相（ｑ＝３）によって構成され、これら位相は、Ｎ＊ピッチ／（２＊ｑ）に等しい数だけ（変位の方向へ）オフセットしている。ここで、Ｎは整数である。

【００３０】

各位相は、次のものによって構成される。

パワーを与えられる部分の能動ゾーンを取り巻くソレノイド巻線の形となっている、パワー巻線１１０、２１０、３１０（アーマチュアと呼ばれる）。

磁性または非磁性の回路（プレート）４００と、変位に平行な磁気を有する永久磁石５００とのスタック。この部分は、可動部６００が通過する円形の孔穴を有する。

磁束リターン回路。２つの端部回路１２０、１３０と、管状形の外側回路１４０であって、すべて、巻線と能動ゾーンを取り巻いている。

【００３１】

受動部分は、パワーを与えられる部分を通って互いに関連して移動する数本の平行なロッド６００によって主として構成される。

【００３２】

この場合のロッド６００もまた複合材であって、非磁性のコアを有しており、該コアの上には、磁性および非磁性のワッシャのスタックが後述するように連続して配置されている。しかし、適切な長手方向の磁性－非磁性の交互配置が得られるのであれば、他の製造

プロセスを思い描くこともできるだろう。

【００３３】

当該電気機器の作動原理は、永久磁石を有する同期機器の原理と同様である。

【００３４】

自体公知の態様にて、そしてとりわけ同期電気機器の公知の原理を用いて、可動部分６００の変位が、交番磁束と、その結果の交流起電力（ｅｍｆ）を、パワー巻線内に発生させる。

【００３５】

同じ論理に基づいて、このｅｍｆと同期する交番電流を巻線（アーマチュア）へ注入すると、それが、０でない平均値を持った電磁パワーと、それによる可動エレメント上へのアクション駆動力と、固定部分上への反作用の力とを発生させる。

【００３６】

従って、図１および２に示すように、可動部分の２つの特徴的なポジションがある。即ち、ポジティブ連結ポジション（図１）であり、このポジションでは、アーマチュア巻線に見られる磁束と「能動磁石」５００に発生した磁束とは、任意的にポジティブである。そして、ネガティブ連結ポジション（図２）であり、このポジションでは、当該磁束はネガティブである。

【００３７】

磁石５００は、初期には、それらの配向方向が交互であるように配置される。

【００３８】

その結果、２つの磁石５００のうちの一つは、アクティブではない。

【００３９】

アクティブでない磁石からの磁束は、対応するパワー巻線を通過することはないが、アクティブでない磁石と向かい合ったロッドの磁性部によって短絡している。

【００４０】

ロッド６００は、磁性エレメントと非磁性エレメントとの交互によって構成されており、磁石のピッチの２倍に等しいロッドピッチとなっている。

【００４１】

図５に示された各磁石５００は、リングであり、それを貫通しているロッドの外周に合致する内側断面を有するものであるが、いくつもの可能な態様のうちの一つに過ぎない。

【００４２】

パワーを与えられる部分を構成するスタックの各基本的エレメントは、従って以下のものを有する。

磁性または非磁性のシート金属壁部４００（その外周の端部の周りに、一連の孔が分布している）。

１セットのリング状磁石５００（磁石のそれぞれが、対応する孔の端部をカバーしている）。

【００４３】

従って、上記のように分布した全てのリング状磁石は、また、２つの磁性または非磁性のシート金属プレート４００を分離する磁化スペーサーを形成する。

【００４４】

一つの変形例によれば、２つの磁性または非磁性のプレートの間にリング形磁石を挿入する代わりに、シート状金属プレートと同じ形状をした一つの磁石が挿入される。換言すると、プレートの形状とされた磁石であって、これを通っていくつか横切っている孔が、それぞれ対応するロッド６００のために穴開け(drilled)されたものである。

【００４５】

図４に示すように、ロッド６００は、自体が、特に有利な複合材料構造を有している。各ロッドは、中心の非磁性コア上の連続する一連のリングによって構成される。

【００４６】

従って、非磁性ロッド６１０は、同じ直径を有する磁性リング６２０および非磁性リン

グ６３０を交互に受け取り、最終的に、適切な磁性構造がプレート４００中の孔を完全に補完している状態で小型のロッドを形成する。故に、この有利な配列によれば、これらのロッドのそれぞれが、強磁性部分６１０と非磁性部分６２０とのスタックからなる。

【００４７】

他の変形例では、ロッドは、磁性および非磁性ゾーンを交互に有する単一ピースで形成されても良い。

【００４８】

非常に高い力密度を提供する場合を別にして、この態様が、優れた機械的ダイナミックスを提供すること、換言すると、加速に対する良好な能力および広い通過帯域(pass-band)を提供し、最終的に、長い機械的ストロークを提供することは、特筆すべきである。

【００４９】

可動部分の低い慣性は、とりわけ、この機械的ダイナミックスへの助けとなり、その低い慣性は、とりわけこの場合では、可動部分が完全に受動的であるという事実に起因している。それは、固定部分が、パワー巻線と磁場コイル（この場合では永久磁石）とを両方有しているからである。

【００５０】

永久磁石、長手方向のフィールドを持つ可変の局所的(local)リラクタンス、およびグローバル巻線を持った、同期アクチュエータの原理に基づく作動モードは、本発明には好ましい。

【００５１】

とりわけて言えば、この特有の配置は、完全に受動的であり、かつ、その結果、低体積でかつ軽い重量のロッドをもたらす。

【００５２】

非常に高い力密度を得るのに必要なエアギャップの表面積は、ロッドの円柱形の表面積によって増大する。

【００５３】

ロッドの円柱形構造がまた精密機械加工および精密な組立てとガイダンスを可能にしていることも特筆すべきである。

【００５４】

該円柱形構造はまた、スライドするストリップによって、とりわけ有利なガイダンスを可能にする。

【００５５】

アーマチュアが完全に受動部分を囲んでいる（換言すると、巻線が「グローバル」として適合し得る）という事実もまた、デバイスを小型化しているということにも留意すべきである。

【００５６】

当該デバイスは、発生した力の方向に関係なく、全てのロッド６００が、引張りの応力を受けるだけであるように作られた力伝達(force transmission)システムをも有しており、そのことが、非常に多数の小さいセクションのロッドに分割されたデバイスの製造に寄与する、

【００５７】

図６および７は、そのような力伝達システムの好ましい変形例を示している。

【００５８】

第一に、これらの図は、アクチュエータによって発生した結果の合力を伝達するためのスピンドル７００を示している。このスピンドル７００は、該機械の外側に延びているだけでなく、該機械全体をも貫通している。

【００５９】

この態様では、該スピンドル７００は、このロッドを横切る２つのベアリングプレート７１０および７２０に固定されており、これらベアリングは、固定能動部分のそれぞれの側に位置している。

【００６０】
ロッド６００は、メインスピンドル７００を動かすために、力をこれらのプレート７１０、７２０上へ伝達する。
【００６１】
これを達成するために、各ロッド６００は、２つのプレート７１０および７２０を貫通して、各プレートを超えて、能動部分に対して反対の側に、ヘッド６４０、６５０を形成し、対応するプレートからロッドが抜けないようにしている。
【００６２】
スピンドル７００に伝達される力がスラストである場合、換言すると、力が、動かされる負荷の方向に向いている場合、該負荷に隣接するロッドヘッド６４０は、プレート７１０から離脱する傾向にあり（この傾向は、図では離脱によって象徴させている）、一方、負荷から遠い方にあるヘッド６５０は、それに対応するプレート７２０に接触して力を印加し、負荷の方へと押す。
【００６３】
他方、スピンドル７００への力が引張り力である場合、負荷から遠い方にあるロッドヘッド６５０は、対応するプレート７２０から離脱する傾向にあり（図では象徴的に離脱）、ロッドは、負荷に近い方のプレート７１０と接触したヘッド６４０を通じて、負荷側に引っ張られる。
【００６４】
繰り返すと、全体の力は、ロッド６００に引張り力をかけることによってのみスピンドル７００に伝達される。その力は、ロッドの引張り力をかけた側に位置するプレートだけの、その端部のヘッド上に伝達される。
【００６５】
この態様では、ロッドヘッドには検討するプレートからの遊びは無いので、ロッドの一方の端部でのスラスト力の除去が、必ずしも検討するロッドヘッドの離脱を起こす訳ではない。
【００６６】
しかし一つの変形例では、ロッド６００の長さは、２つのプレート７１０および７２０の間のギャップより僅かに長いように選択されてもよく、その結果、考慮する各ロッド６００のヘッド６４０および６５０と、各対応する力伝達プレート７１０および７２０の間に、わずかな長手方向のクリアランスができる。
【００６７】
従って、ロッドは、力の方向に関係無く、引張り力によってのみ力を受け、そのことがロッド中の機械的ストレスを解放する（そして座屈を防ぐ）。そして、可動エレメント（ロッドとその他のもの）の断面の広さは、従来の伝達システムに使用されているものと比べ、小さくできる。従って、特定の体積中に配置され得るロッドの数は多くなるだろう。力密度は、それに相応して増大する。
【００６８】
換言すると、引張り力を受けたロッド中の力だけが、特に小さい断面を有するロッドの使用を可能にし、多数のロッドを可能にし、それに対応する効果を可能にしている。
【００６９】
さらに、この機械はポジションセンサー８００を備えており、それは、その構造中に一体化されており、該機械を過大にせず、アセンブリーの全体の体積が増大することはない。このセンサーは、機械の自動制御のためには非常に評価されるものであって、可変リラクタンス型である。この技術は、機械技術と同質の利点を有し、従って、厳しい環境での作業の可能性に貢献する。
【００７０】
それは、第一の励起巻線８１０と第二の測定巻線とによって構成される。図８および９に示すように、このセンサーは、上述したロッド６００の全体的な形状を利用している。２つの巻線８１０および８２０は、それぞれ共に、カバー８３０の内部にリング形ソレノ

イドを形成している。

【００７１】

該カバー自体は、中空リングの形態になっており、このように形成されるリングアセンブリー８００は、ロッドが組み立てられる場合に、ロッド６００の直径に対し相補的(complementary)な内径を有する。

【００７２】

該センサー８００は、当該アクチュエータの端部エリアにおいて、ロッドの周りにインサートされ、アクチュエータの動作中、ロッドがその中へスライドする。

【００７３】

センサー８００のリラクタンス（およびそれによるインダクタンス）は可動ロッド６００のポジションに依存する。センサーの第一次体８１０への適切な周波数と振幅を持った電流の注入は、第二次体８２０において起電力を発生し、そのモジュラスは、とりわけインダクタンスの値と、その結果としてロッド６００のポジションに依存する。

【００７４】

このようにして、ロッドのポジションの情報は、測定された起電力の測定値に対する適切な電子的なおよび／またはデジタルの処理を適用することによって、容易に抽出することができる（図１３は、ディファレンシャル測定デバイスの一例を示す）。

【００７５】

その３相バージョンでは、アクチュエータはこのタイプのポジションセンサーを３つ有し、該センサーは、アクチュエータの端部において３本の異なるロッド上に配置されており、それぞれ、３つの位相のうちの一つを制御することに専念している。各センサー８００は、Ｎ＊ピッチ／（２＊ｑ）と等しい数字（Ｎは整数であり、ｑは位相の数である）だけ、ロッドの変位の方向にオフセットされている。

【００７６】

図１２では、センサーの巻線８１０および８２０によって見られるインダクタンスは、該センサーが囲むロッド６００のポジションに関連し、ほぼサインカーブの形状をしており、その結果、異なる位相として同じオフセットを持つ３つのオフセットポジションにおけるこの正弦波のインダクタンスを考慮に入れることが、各瞬間のアクチュエータの正確なポジションを推定する手段を提供する。

【００７７】

図１１に示されたようなセンサーホルダー９００は、このような３つのセンサーを配置するのに用いられ、そして、非磁性材料からなるプレートで構成され、３つの貫通通路を有し、該３つの通路のそれぞれもまたセンサーハウジング空洞９１０を形成しており、該空洞(cavity)９１０は可変の深さを有し、該空洞の深さはセンサーのために選ばれたポジションに対応している。空洞の深さの差は、ロッド間のピッチの３分の１に等しい。

【００７８】

図１３のダイヤグラムでは、センサー８００による信号出力のディファレンシャル処理のためのデバイスは、３つのセンサーのそれぞれのための同じ交流パワーサプライ（励起周波数）の原理に基づいており（その３つのセンサーの第一の巻線は、従って直列に置かれる）、電源は、補正器(corrector)９００からなる電源の電流調整（カレント・レギュレーション）によって得られ、サインジェネレータ１０００および交流電源１１００による信号出力からスタートする。サイン波発生信号は、センサー８００に記録された出力信号を復調（同期復調装置１２００）するために用いられ、そして、対応するローパスフィルター１３００を通り、各ローパスフィルター１３００からの出力でポジション信号を提供し、該信号の変化は、検討する位相（機械パワー巻線）の起電力と完全に同期する。これら３つの正弦波信号のそれぞれを考慮に入れることにより、リアルタイムで３つの位相（３位相バージョン）のそれぞれに関して、全てのロッド（受動部分）の相対的ポジションを測定する手段が提供される。

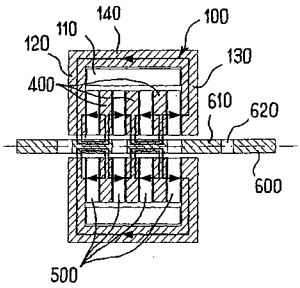
【００７９】

ここで記載されたセンサーは、従来のポジションセンサー（通常、使用環境を制限し、

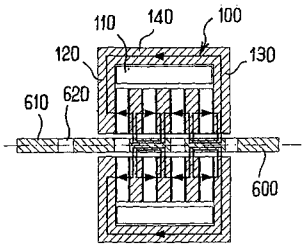
汚染を生じ、込み立てコストを増加させる。例えば光－磁気タイプのもの）を回避する。
【００８０】
ポジションセンサーがアクチュエータの可動部分を用いているという事実もまた、その本質的な利点である。
【００８１】
３位相バージョンでは、アクチュエータは、６つのパワースイッチを有する従来の３位相のパワーインバータによってパワーを与えられ、その３つの位相は好ましくは星形に結線される。パワーインバータからみると、その動作は、永久磁石を有する従来の同期機械の動作と同様であり、位相間の磁気的な結合が非常に弱いかまたは無視さえできるということが唯一の差異である。
【００８２】
上述の具体的な態様の説明から、記載した様々なアレンジにより得られる多くの効果は明らかであろう。
【００８３】
上記アクチュエータについて実行されたテストでは、合計の力１２７０Ｎが、１５Ａのｒｍｓ電流に対して供給可能であることが実証された。
【００８４】
従って、対応する力密度は、１．２ｋＮ／リットルであり、ここで記載された構成を用いたパルスモードで、２ｋＮ／リットルの密度を達成することも可能であろう。その構造はまだ最適化されていないために、顕著な進歩もなお成され得る。
【００８５】
この明細書の序文で述べた用途とは別に、他の可能な用途、産業ロボットを操作するための機械駆動用途、例えば、航空機の操縦舵面(control surface)の用途に加え、自動車産業用途、などを挙げる価値もある。
【００８６】
本発明が非常に有用となる用途の他の例としては、牽引（都市の車両、高速列車）での振動の能動的補償などのような、大きな機械的通過帯域を必要とする用途が含まれる。
【図面の簡単な説明】
【００８７】
【図１】図１および図２は、デバイスの長手方向の部分断面図であって、ポジティブ連結ポジションおよびネガティブ連結ポジションとして参照される、デバイスの２つの連続するポジションを示している。
【図２】図１および図２は、デバイスの長手方向の部分断面図であって、ポジティブ連結ポジションおよびネガティブ連結ポジションとして参照される、デバイスの２つの連続するポジションを示している。
【図２－２】図１および２中の電気機器の動力部の基本パターンの詳細図である。
【図３】本発明による電気機器の全体的な断面を示す斜視図である。
【図４】本発明による電気機器の可動エレメントの一部の分解図である。
【図５】本発明による電気機器の能動部分の一部の分解図である。
【図６】図６および図７は、本発明による電気機器を図式的に表したものであり、２つのポジションにおいて、それぞれに発生する力はお互い反対方向である。
【図７】図６および図７は、本発明による電気機器を図式的に表したものであり、２つのポジションにおいて、それぞれに発生する力はお互い反対方向である。
【図８】本発明の好ましい態様のポジションセンサーの断面透視図である。
【図９】上記センサーの分解図である。
【図１０】本発明による電気機器の概観図であって、図８および９中のセンサーの支持体のポジションを示している。
【図１１】本発明の実施態様によるセンサー支持体の図である。
【図１２】対応する可動エレメントのポジションに関連した、上記センサーの第一巻線の磁気インダクタンスの変化を示すプロットである。

【図１３】上記３つのセンサーからの出力信号を処理および分析する、ディファレンシャル測定デバイスの電気回路図である。

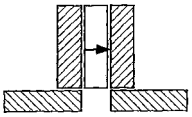
【図１】



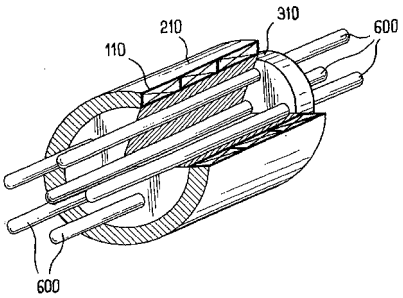
【図２】



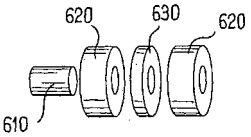
【図２－２】



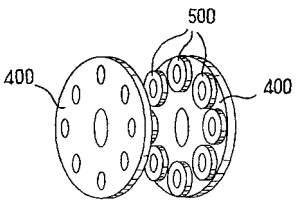
【図３】



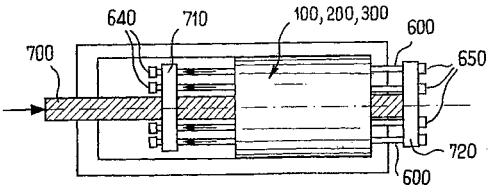
【図４】



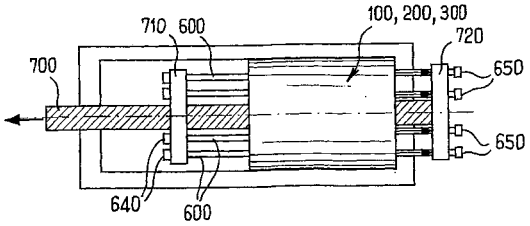
【図５】



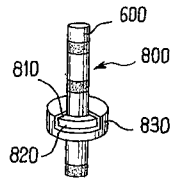
【図６】



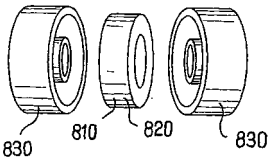
【図７】



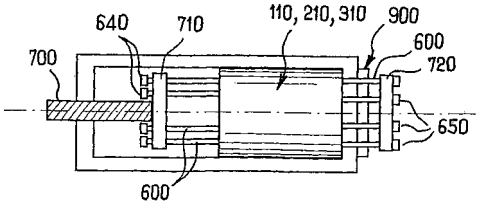
【図８】



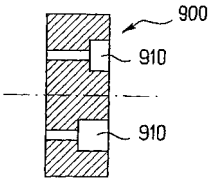
【図９】



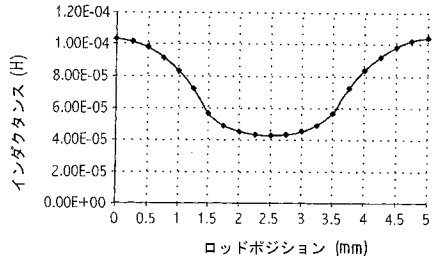
【図１０】



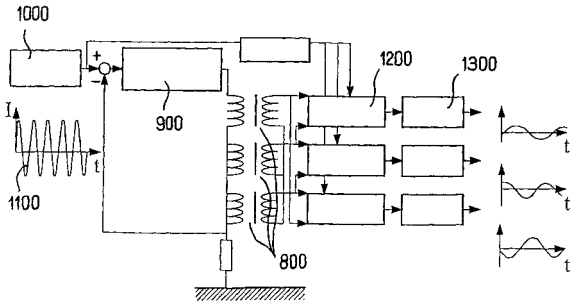
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(72)発明者　カヴァルク、ピエールーエマニュエル
フランス国、エフー３５３１０　モルデレ、リュ　デ　アジョンク　１２
(72)発明者　アンテューネ　メノワタ、マルク
フランス国、エフー３５１７０　ブリュズ、スクアル　ダニエル　バラヴォワヌ　２６

審査官　森山　拓哉

(56)参考文献　特公昭５６－２８３６９（ＪＰ，Ｂ２）
実開昭５５－１０６４９１（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02K 41/00-41/06